

Original document

FUEL CELL SYSTEM CONSIDERING FREEZE PROOFING OF COOLING SYSTEM

Publication number: JP2002056866 (A)
Publication date: 2002-02-22
Inventor(s): AOYAMA SATOSHI; KUNITAKE KAZUHISA; SATO HIROMICHI; NAKADA TOSHIHIDE \pm
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP \pm
Classification:
- international: H01M8/04; H01M8/06; H01M8/04; H01M8/06; (IPC1-7): H01M8/04; H01M8/06
- European:
Application number: JP20000240981 20000809
Priority number(s): JP20000240981 20000809

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

Abstract of **JP 2002056866 (A)**

[Translate this text](#)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new technology for separating the water from the antifreeze cooling material to be used for cooling a fuel cell to use the separated water for the fuel cell. **SOLUTION:** When starting a fuel cell system, a water supply unit 130 separates the water from the antifreeze cooling material CL by using a water separating unit 80, and supplies the separated water to a fuel gas supply unit 110. In normal operation, separation of the water from the antifreeze cooling material CL is stopped, and the water generated by the electrochemical reaction inside the fuel cell 50 is supplied to the fuel gas supply unit 110.



(51)Int.Cl.⁷識別記号F Iテームト* (参考)
H 0 1 M 8/04H 0 1 M 8/04J 5 H 0 2 7
C
X
Y
8/068/06C
審査請求 未請求 請求項の数14 O L （全 10 頁）

(21)出願番号特願2000－240981(P2000－240981)(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
(22)出願日平成12年 8 月 9 日 (2000. 8. 9)(72)発明者 青山 智
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 國武 和久
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
(74)代理人 100096817
弁理士 五十嵐 孝雄 （外 3 名）

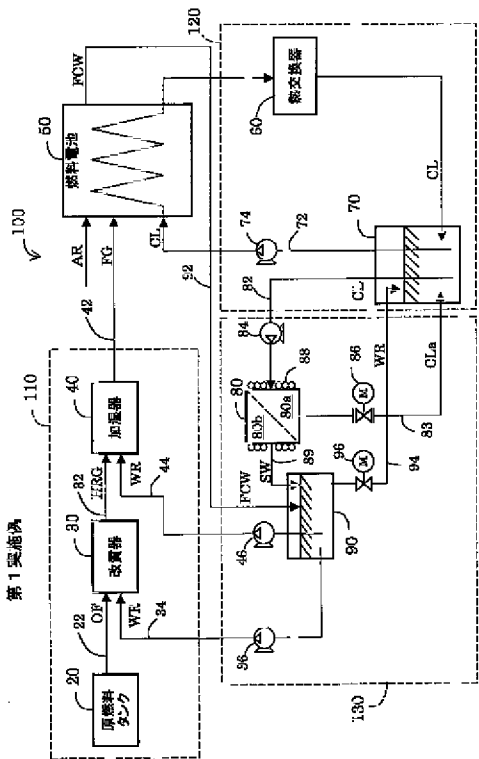
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷却系の凍結防止を考慮した燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 燃料電池の冷却に用いる不凍性冷却材から水を分離して、燃料電池用の水として利用するための新たな技術を提供する。

【解決手段】 水供給部 1 3 0 は、燃料電池システムの始動時は、水分離部 8 0 を用いて不凍性冷却材 C L から水を分離して、分離された水を燃料ガス供給部 1 1 0 に供給する。一方、通常運転時は、不凍性冷却材 C L からの水の分離を停止して、燃料電池 5 0 内の電気化学反応で生成された水を燃料ガス供給部 1 1 0 に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池システムであって、燃料電池と、前記燃料電池内における電気化学反応に用いられる反応ガスを供給するための反応ガス供給部と、水と不凍化剤とを含む不凍性冷却材を用いて前記燃料電池を冷却するための冷却部と、前記反応ガス供給部に水を供給するための水供給部と、を備えており、前記水供給部は、前記不凍性冷却材から水を分離するための水分離部を有しており、前記水供給部は、(i) 所定の第1の運転状態においては、前記水分離部を用いて前記不凍性冷却材から水を分離して、分離された水を前記反応ガス供給部に供給し、(ii) 所定の第2の運転状態においては、前記不凍性冷却材からの水の分離を停止するとともに、前記燃料電池内の電気化学反応で生成された水を前記反応ガス供給部に供給することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 請求項1記載の燃料電池システムであって、前記第1の運転状態は、前記燃料電池システムの始動時を含む、燃料電池システム。

【請求項3】 請求項1または2記載の燃料電池システムであって、前記第1の運転状態は所定の第1の温度が第1のしきい値未満である状態を含み、前記第2の運転状態は前記第1の温度が前記第1のしきい値を超える状態を含む、燃料電池システム。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、前記第1の運転状態において、前記水分離部の入口側と出口側の少なくとも一方における前記不凍性冷却材の圧力を調整することによって、前記水分離部において分離される水量を調整する水量調整部を有する、燃料電池システム。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、さらに、前記不凍性冷却材を収容するための冷却材タンクと、前記水分離部から排出される不凍性冷却材を前記冷却材タンクに回収するための配管系とを有する、燃料電池システム。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、さらに、前記水分離部で分離された水を収容するための水タンクを有しており、前記水タンク内の水を前記反応ガス供給部に供給する、燃料電池システム。

【請求項7】 請求項6記載の燃料電池システムであって、

前記水供給部は、前記燃料電池の運転が停止した後に、前記水タンク内の水を前記冷却部内の前記不凍性冷却材中に回収する、燃料電池システム。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、前記燃料電池の運転が停止した後に、前記燃料電池内の電気化学反応で生成されていた水を前記冷却部内の前記不凍性冷却材中に回収する、燃料電池システム。

【請求項9】 請求項8記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、前記不凍性冷却材中への水の回収を、前記燃料電池の運転が停止した後に所定の第2の温度が第2のしきい値以下になったときに実行する、燃料電池システム。

【請求項10】 請求項9記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、前記燃料電池システムの始動時においても、前記水供給部内に所定量以上の水が存在するときには、前記不凍性冷却材からの水の分離を中止する、燃料電池システム。

【請求項11】 請求項1ないし10のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記水供給部は、さらに、凍結防止のために前記水分離部を加熱する加熱部を有する、燃料電池システム。

【請求項12】 請求項1ないし11のいずれかに記載の燃料電池システムであって、さらに、前記不凍性冷却材中の前記不凍化剤の濃度を実質的に示す濃度指標値を測定するための濃度測定部と、前記不凍化剤の濃度の測定値に応じて、前記不凍化剤と水のいずれかを前記冷却部に補給する必要があることを示す警告を行う警告部と、を備える燃料電池システム。

【請求項13】 請求項12記載の燃料電池システムであって、前記警告部は、前記不凍化剤の濃度の測定値から前記不凍化剤を補給する必要があると判断される場合においても、所定の第3の温度が第3のしきい値以上のときには前記警告の発生を中止する、燃料電池システム。

【請求項14】 燃料電池と、前記燃料電池内における電気化学反応に用いられる反応ガスを供給するための反応ガス供給部と、水と不凍化剤とを含む不凍性冷却材を用いて前記燃料電池を冷却するための冷却部とを備える燃料電池システムの運転方法であって、

(i) 所定の第1の運転状態においては、前記不凍性冷却材から水を分離して、分離された水を前記反応ガス供給部に供給し、(ii) 所定の第2の運転状態においては、前記不凍性冷却材からの水の分離を停止するとともに、前記燃料電池内の電気化学反応で生成された水を前記反応ガス供給部に供給することを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池システムの冷却系の凍結防止技術に関する。

【0002】

【従来の技術】水素と酸素の電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池は、次世代のエネルギー源として期待されている。燃料電池の運転時（発電時）には、電気化学反応に伴ってかなりの熱が発生する。そこで、通常の燃料電池システムは、燃料電池を冷却するための冷却装置を備えている。

【0003】燃料電池システムの冷却装置としては、例えば本出願人により開示された特開平8-184877号公報に記載されたものが知られている。この装置では、水とエチレングリコールとを含む不凍性の冷却材を用いて燃料電池を冷却している。また、この燃料電池システムは、水分離装置を用いて不凍性冷却材から水を分離し、分離した水を燃料ガスの加湿に用いている点に特徴がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の技術では、燃料電池システムの運転中は、加湿用の水を得るために、常に不凍液から水を分離しなければならないという問題があった。このため、例えば、水分離装置における分離が不完全で、分離された水の中にエチレングリコールがわずかに混入するような場合には、不凍液の濃度（エチレングリコールの濃度）が次第に低下してしまう、この結果、冷却材の凍結防止効果も低下してしまうという問題があった。

【0005】また、この従来の技術では、改質装置において使用される水は、冷却系とは別個に設けられた水タンクから供給されている。このため、その水タンクの凍結防止対策を別途行う必要があるという問題もあった。

【0006】本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池の冷却に用いる不凍性冷却材から水を分離して、燃料電池用の水として利用するための新たな技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池内における電気化学反応に用いられる反応ガスを供給するための反応ガス供給部と、水と不凍化剤とを含む不凍性冷却材を用いて前記燃料電池を冷却するための冷却部と、前記反応ガス供給部に水を供給するための水供給部と、を備えている。水供給部は、前記不凍性冷却材から水を分離するための水分離部を有しており、(i) 所定の第1の運転状態においては、前記水分離部を用いて前記不凍性冷却材から水を分離して、分離された水を前記反応ガス供給部に供給し、(ii) 所定の第2の運転状態におい

ては、前記不凍性冷却材からの水の分離を停止するとともに、前記燃料電池内の電気化学反応で生成された水を前記反応ガス供給部に供給する。

【0008】この燃料電池システムでは、第1の運転状態では不凍性冷却材から水を分離して反応ガス供給部に供給するが、第2の運転状態では不凍性冷却材からの水の分離を停止して、燃料電池内の電気化学反応で生成された水を反応ガス供給部に供給するので、第2の運転状態において常に水分離部を運転し続ける必要が無い、という利点がある。

【0009】なお、前記第1の運転状態は、前記燃料電池システムの始動時を含むものとすることができる。このとき、始動時を含む第1の運転状態において、不凍性冷却材から水を分離し、分離された水を用いて反応ガス供給部に供給することになるので、始動時において燃料電池システム内に水が少ない場合にも、必要な量の水を不凍性冷却材から分離して供給することが可能である。

【0010】また、前記第1の運転状態は所定の第1の温度が第1のしきい値未満である状態を含み、前記第2の運転状態は前記第1の温度が前記第1のしきい値を超える状態を含むようにしてもよい。第1のしきい値を0℃に近い温度に設定すれば、水が凍結する可能性が高いか否かに応じて、水の供給形態を変更することができ、この結果、水の凍結をより容易に防止することが可能である。

【0011】なお、前記水供給部は、前記第1の運転状態において、前記水分離部の入口側と出口側の少なくとも一方における前記不凍性冷却材の圧力を調整することによって、前記水分離部において分離される水量を調整する水量調整部を有することが好ましい。この形態では、水分離部によって生成される水の量を制御することが可能であり、燃料電池システム内に存在する水の量を調整することが可能である。

【0012】また、前記水供給部は、さらに、前記不凍性冷却材を収容するための冷却材タンクと、前記水分離部から排出される不凍性冷却材を前記冷却材タンクに回収するための配管系とを有することが好ましい。この形態では、不凍性冷却材の収容や回収をより容易に行うことができる。

【0013】前記水供給部は、さらに、前記水分離部で分離された水を収容するための水タンクを有しており、前記水タンク内の水を前記反応ガス供給部に供給することが好ましい。水タンクを設けるようにすれば、水の収容や供給、回収をより容易に行うことができる。

【0014】前記水供給部は、前記燃料電池の運転が停止した後に、前記水タンク内の水を前記冷却部内の前記不凍性冷却材中に回収することが好ましい。また、前記水供給部は、前記燃料電池の運転が停止した後に、前記燃料電池内の電気化学反応で生成されていた水を前記冷却部内の前記不凍性冷却材中に回収することが好まし

い。このような形態では、燃料電池システムの運転が停止しているときには、燃料電池システム内に水が単独で存在することが無いので、凍結防止効果をより高めることが可能である。

【0015】なお、前記水供給部は、前記不凍性冷却材中への水の回収を、前記燃料電池の運転が停止した後に所定の第2の温度が第2のしきい値以下になったときに実行するようにしてもよい。こうすれば、水の凍結防止のために必要なときにのみ、不凍性冷却材中への水の回収を行うことができる。従って、凍結の恐れが少ないときには、燃料電池システムの始動時において不凍性冷却材から水を分離する必要性を低減することが可能である。

【0016】また、前記水供給部は、前記燃料電池システムの始動時においても、前記水供給部内に所定量以上の水が存在するときには、前記不凍性冷却材からの水の分離を中止するようにしてもよい。こうすれば、水の分離のための時間を省略できるので、燃料電池システムの始動期間を短縮することが可能である。

【0017】前記水供給部は、さらに、凍結防止のために前記水分離部を加熱する加熱部を有するようにしてもよい。この形態では、凍結防止をより確実に行うことが可能である。

【0018】なお、燃料電池システムは、さらに、前記不凍性冷却材中の前記不凍化剤の濃度を実質的に示す濃度指標値を測定するための濃度測定部と、前記不凍化剤の濃度の測定値に応じて、前記不凍化剤と水のいずれかを前記冷却部に補給する必要があることを示す警告を行う警告部と、を備えるようにしてもよい。この形態では、使用者に不凍化剤や水の補給を警告することが可能である。

【0019】なお、前記警告部は、前記不凍化剤の濃度の測定値から前記不凍化剤を補給する必要があると判断される場合においても、所定の第3の温度が第3のしきい値以上のときには前記警告の発生を中止するようにしてもよい。この形態では、凍結の恐れが少ないときに警告が中止されるので、使用者に不要な心配を与える回数を低減することが可能である。

【0020】なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システムや、燃料電池システムの運転方法、燃料電池のための反応ガス生成方法、燃料電池のための冷却材の処理方法等の種々の態様で実現することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 第1実施例：
- B. 第2実施例：
- C. 変形例：

【0022】A. 第1実施例：図1は、本発明の第1実

施例としての燃料電池システム100の構成を示すブロック図である。この燃料電池システム100は、燃料電池50と、燃料電池50に燃料ガスFGを供給するための燃料ガス供給部110と、不凍性冷却材CLを用いて燃料電池50を冷却するための冷却部120と、不凍性冷却材CLから水を抽出して燃料ガス供給部110に水を供給する水供給部130と、を備えている。これらの各部の動作は、図示しないコントローラによって制御されている。後述する各種の動作は、このコントローラの制御の下で自動的に実行される。

【0023】燃料ガス供給部110は、改質のための原燃料OFを貯蔵する原燃料タンク20と、原燃料OFを改質して水素リッチガス（「改質ガス」とも呼ぶ）HRGを生成する改質器30と、水素リッチガスHRGを加湿するための加湿器40と、を備えている。なお、原燃料OFとしては、メタノールやガソリン、天然ガス、エーテルなどのような炭素水素系化合物（炭化水素を含む化合物）を使用することができる。

【0024】加湿器40で加湿された燃料ガスFGは、配管42を経由して燃料電池50内の燃料ガス通路に導入される。また、燃料電池50内の空気通路には、図示しないエアープンプによって空気ARが供給される。燃料電池50内では、燃料ガスFG内の水素と、空気AR内の酸素との電気化学反応によって発電が行われる。

【0025】冷却部120は、不凍性冷却材CLの熱を大気中に放出するための熱交換器60と、冷却材CLを収容する冷却材タンク70と、循環路72に沿って冷却材CLを循環させるポンプ74と、を備えている。不凍性冷却材CLとしては、例えば水と、エチレングリコールなどの不凍化剤（凝固点降下剤）とを含む水溶液が使用可能である。

【0026】水供給部130は、冷却部120で用いられている不凍性冷却材CLから水を分離するための水分離部80と、水分離部80で分離された分離水SWを一時的に収容するための水タンク90とを有している。水分離部80としては、例えば中空糸膜などの滲透膜を用いて水溶液から水を抽出する装置を利用することができる。水分離部80の原水側80aには、冷却材タンク70内の不凍性冷却材CLが、配管82を経由してポンプ84によって供給される。水分離後の排水CLaは、戻り配管83を経由して冷却材タンク70内に回収される。なお、戻り配管83には、圧力や流量を調整するための電動調整弁86が設けられている。

【0027】水分離部80の分離水側80bに浸みだした分離水SWは、配管89を経由して水タンク90に収容される。また、燃料電池50の電気化学反応の結果として生成された水（以下、「FC生成水」と呼ぶ）FCWも、配管92を経由して水タンク90内に収容される。水タンク90に収容された水WRは、ポンプ36によって配管34を経由して改質器30に供給され、ま

た、他のポンプ46によって配管44を経由して加湿器40にも供給される。改質器30に供給される水WRは、改質器30内の水蒸気改質反応に利用される。加湿器40に供給される水WRは水素リッチガスHRGの加湿に利用され、加湿後のガスが燃料ガスFGとして燃料電池50に供給される。

【0028】なお、水タンク90の底部には、水タンク90内の水を冷却材タンク70に回収するための戻し配管94が設けられている。この戻し配管94には、電動開閉弁96が設けられている。燃料電池50の発電中は、この電動開閉弁96は閉状態に保たれる。従って、水タンク90に注入された水は水タンク90内に収容され、ポンプ36、46によって燃料ガス供給部110に供給される。一方、燃料電池システム100が完全に停止した状態では、通常は、水タンク90内の水WRは戻し配管94を経由して冷却材タンク70に戻される。従って、燃料電池システム100が停止した状態では、この燃料電池システム100内に純水は存在しない。なお、本明細書における「純水」は、完全な純水である必要は無く、ある程度の不純物が混入しているものも含む広い意味を有する。換言すれば、「純水」とは、水溶液でない水を意味している。なお、本明細書中では、「純水」を単に「水」と呼ぶこともある。

【0029】水分離部80の周囲は、凍結防止用のヒータ88が巻かれている。このヒータ88は、分離水側80bの配管89を加熱するように配置されていてもよい。また、水タンク90や、他の水用の配管34、44、92にも、凍結防止用のヒータを設けるようにしてもよい。

【0030】図2は、第1実施例の燃料電池システム100の始動期間における水の供給状態を示す説明図である。ここで、「始動期間」とは、始動時以後のある程度の長さの期間を意味している。太線で描かれている配管系は水の供給のために使用されている配管系を示しており、破線で描かれている配管系は現在使用されていない配管系を示している。前述したように、燃料電池システム100が停止した状態では、水タンク90内に純水は存在しない。そこで、燃料電池システム100の始動時には、水分離部80を用いて不凍性冷却材CLから水を分離して、水タンク90内に収容する。

【0031】水分離部80による純水の分離量は、原水側80aの入口側圧力と出口側圧力とに依存する。従って、純水の分離量は、入口側圧力と出口側圧力とのうちの少なくとも一方を調整することによって制御することができる。例えば、入口側配管82に設けられたポンプ84を制御することによって、原水側80aの入口側圧力を調整することが可能である。また、出口側配管に設けられた調整弁86の開度を調整することによって、原水側80aの出口側圧力を調整することが可能である。なお、入口側配管82に、調整弁や可変オリフィスなど

のような流体抵抗を調整できる装置を設けてもよい。また、出口側の調整弁96の代わりに、ポンプや可変オリフィスを用いることも可能である。

【0032】水タンク90内にある程度の水が溜まると、ポンプ36、46によって水WRを改質器30と加湿器40に供給し、燃料ガス供給部110を運転して燃料ガスFGの生成を開始する。この時点を判断するためには、水タンク90に水位計を設けておくことが好ましい。燃料ガスFGの供給が始まると、燃料電池50が始動する。この後、燃料電池50の始動期間が終了すると、燃料電池システム100が以下に説明する通常運転に移行する。

【0033】図3は、第1実施例の燃料電池システム100の通常運転時における水の供給状態を示す説明図である。通常運転状態では、燃料ガスFG内の水蒸気の一部は、排気ガスとともに外部に放出されて消失する。しかし、燃料電池50内の電気化学反応によってFC生成水FCWが常に生成されており、このFC生成水FCWは、燃料電池システム100からの水の消失量を上回っているのが普通である。そこで、通常運転時には、水分離部80による水の分離処理を停止し、FC生成水FCWを改質器30と加湿器40に供給する。

【0034】ところで、水分離部80による水の分離は完全ではなく、分離水SW側にエチレングリコールなどの凝固点降下剤がわずかに漏れ出す可能性もある。しかし、本実施例では、通常運転時には、不凍性冷却材CLから水を分離しないので、水の分離を継続することによって不凍性冷却材CL中の不凍化剤の濃度が過度に低下してしまい、冷却材CLの不凍性が損なわれる、という心配が無い。また、通常運転時には、水分離部80のためのポンプ84を停止するので、このポンプ84を運転するための動力を節約できるという利点もある。

【0035】なお、通常運転時においても水分離部80の運転を停止せずに続行しておき、余分な水は、水タンク90から配管94を経由して冷却材タンク70に戻すようにしてもよい。このときも、分離された水が冷却材CL中に戻されるので、実質的には冷却材CLからの水の分離処理を停止しているものと考えることができる。

【0036】なお、通常運転時に水分離部80の運転を停止している場合にも、必要に応じて水分離部80の運転を再開して、水タンク90に分離水SWを補給するようにしてもよい。例えば、水タンク90に水位計を設けておき、水タンク90内の水位がある程度以下になったときに、水分離部80を運転するようにしてもよい。こうすれば、改質器30や加湿器40に供給すべき水が不足することがないという利点がある。

【0037】燃料電池50による発電が停止すると、システム100内の純水を水タンク90内に貯蔵しておく必要が無くなる。また、凍結防止のためには、純水がシステム100内に存在しないことが好ましい。そこで、

燃料電池50の運転が停止した後は、電動開閉弁96が開き、これによって、水タンク90内の水が配管94を経由して冷却材タンク70に回収される。また、水分離部80の分離水側80bの水も、水タンク90と配管94を経由して冷却材タンク70に回収される。なお、水分離部80の分離水側80bの底部にも、冷却材タンク70に水を戻すための配管を設けておくようにしてもよい。このように、水タンク90と水分離部80内の水を冷却材タンク70に回収すれば、燃料電池システム100内に純水が存在しなくなるので、気温が低下しても純水が凍結するおそれがないという利点がある。

【0038】なお、燃料電池50の運転の停止後においても、特定の温度（気温や水温など）が0℃に近い所定のしきい値よりも高いときには水タンク90の水をそのまま貯蔵しておき、特定の温度がそのしきい値以下になったときに冷却材タンク70への水の回収を初めて行うようにしてもよい。こうすれば、水が凍結しない程度の温度（気温または水温）のときに、水タンク90内に水が貯蔵されたままで保たれるので、その後の燃料電池システム100の始動の際に、水分離部80を用いて水を分離する必要がなくなるという利点がある。この結果、燃料電池システム100の始動時間を短縮することができる。なお、「0℃に近い温度」とは、好ましくは約0℃～約+5℃の範囲の温度を意味する。

【0039】以上のように、第1実施例では、燃料電池システム100の始動時には不凍性冷却材CLから水を分離した水を用いて改質器30や加湿器40に水を供給し、一方、通常運転時には不凍性冷却材CLからの水の分離を停止して、燃料電池50からのFC生成水FCWを改質器30や加湿器40に供給するようにしている。従って、通常運転時において、水分離部80を常に運転させる必要がないという利点がある。この結果、仮に水分離部80の分離水側80bに凝固点降下剤が浸み出しているとしても、不凍性冷却材CLの濃度が過度に低下することがないという利点がある。

【0040】また、第1実施例では、燃料電池システム100の停止後に、システム内の水を不凍性冷却材CL中に回収するようにしたので、気温が低下してもシステム内の水が凍結する恐れが少ないという利点がある。

【0041】B. 第2実施例：図4は、本発明の第2実施例としての燃料電池システム100aの構成を示すブロック図である。この燃料電池システム100aでは、水分離部80の不凍性冷却材CLの入口側配管82と出口側配管83に、それぞれ流量計85、87が設けられている。また、燃料電池50から水タンク90に至るFC生成水用の配管92にも流量計93が設けられている。さらに、冷却材タンク70には、不凍性冷却材CL中の不凍化剤（凝固点降下剤）の濃度を測定するための濃度センサ76が設けられている。冷却部120は、外気温を測定するための温度センサ77と、センサ76、

77からの信号に応じて警報を表示する警報パネル78とを有している。第2実施例の燃料電池システム100aのその他の構成は、図1に示した第1実施例の燃料電池システム100と同じである。

【0042】第2実施例の燃料電池システム100aでは、流量計85、87での流量の差から、分離水SWの生成量を精度良く推定することが可能である。従って、ポンプ84や調整弁86等を用いて、分離水SWの生成量を精度良く制御することができる。

【0043】また、流量計93を用いてFC生成水FCWの生成量を測定できるので、ここで測定されたFC生成水FCWの量が所定値に達しているか否かを容易に判断することができる。従って、例えば、FC生成水FCWの量の測定値が所定値以上になったときに、水分離部80の運転を停止させることが可能である。なお、流量計93が無い場合にも、燃料電池50の発電量からFC生成水FCWの量を予測することは可能である。従って、燃料電池50の発電量からFC生成水FCWの生成量を予測し、その予測量が所定値以上になったときに、水分離部80の運転を停止するようにしてもよい。

【0044】ところで、不凍性冷却材CL中の不凍化剤の濃度には、適正な範囲がある。すなわち、不凍化剤の濃度が高すぎると、冷却部120の循環特性が低下する可能性がある。一方、不凍化剤の濃度が低すぎると、不凍性が低下する。そこで、第2実施例では、濃度センサ76を用いて不凍化剤の濃度を測定し、その測定値が所定の適正範囲外になると、警報パネル78に警告を表示する。例えば、燃料電池システム100aが車両に搭載されている場合には、運転席のインストルメントパネル上にこの警告が表示される。

【0045】この警告は、不凍化剤（例えばエチレングリコール）を補給する必要があることや、水を補給する必要があることを運転者に通知するためのものである。なお、不凍化剤を補給する必要があることを示す警告は、温度センサ77で測定された外気温が0℃に近い所定のしきい値（例えば5℃）以上のときには、その警告の発生が中止されるようにしてもよい。この理由は、このような場合には不凍化剤を補給しなくても冷却材CLが凍結する恐れが少ないためである。なお、警告の発生を中止するための条件としては、上記以外の種々の条件を設定することが可能である。例えば、外気温が0℃に近い所定のしきい値（例えば5℃）以上である時間が、所定期間（例えば24時間）以上継続しているときに、警告の発生を中止するようにしてもよい。

【0046】なお、濃度センサ76以外のセンサを用いて、不凍性冷却材CL中の不凍化剤の濃度を実質的に示す濃度指標値（例えば導電率など）を測定することも可能である。

【0047】C. 変形例：なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱

しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0048】C1. 変形例1：上記各実施例の構成要素の一部は省略することが可能である。例えば、水タンク90を省略し、水分離部80で分離された分離水を、そのまま配管を経由して改質器30や加湿器40に供給するようにしてもよい。但し、水タンク90を設けるようにすれば、水の回収や分配が容易になるという利点がある。

【0049】C2. 変形例2：燃料ガス供給部110としては、改質器30を用いて原燃料ガスを改質するタイプの装置に限らず、水素ガスを供給する任意の装置を利用することが可能である。例えば、原燃料タンク20と改質器30の代わりに、水素ガスタンクや水素貯蔵合金などのように水素を貯蔵する水素貯蔵部を利用することができる。この場合には、改質用の水は不要なので、不凍性冷却材CLから分離された水は主に加湿用に用いられる。

【0050】C3. 変形例3：上記各実施例では、始動時には水分離部80を用いて分離した水を燃料ガス供給部110に供給し、通常運転時には水の分離を停止してFC生成水FCWを燃料ガス供給部110に供給していた。しかし、このような運転状態による水の供給態様の切り替えは、これ以外の条件を用いて行うことも可能である。例えば、特定箇所の温度（外気温や冷却材CLの温度など）が、0℃に近い所定のしきい値よりも低いときには、通常運転時においても、水分離部80を用いて分離した水を燃料ガス供給部110に供給するようにしてもよい。また、その特定箇所の温度がしきい値よりも高いときには、通常運転時には水の分離を停止し、FC生成水FCWを燃料ガス供給部110に供給するようにすればよい。このような態様によれば、外気温が低いときにFC生成水が凍結してしまい、燃料ガス供給部110に水を供給できなくなることを防止できるという利点がある。

【0051】また、燃料電池システム100の始動時においても、水供給部130内に（すなわち水タンク90内に）ある程度以上の水が貯蔵されている場合には、水分離部80による水の分離を行わないようにしてもよい。こうすれば、始動期間を短縮することができるという利点がある。

【0052】以上の説明から理解できるように、水供給部130は、所定の第1の運転状態においては不凍性冷却材から水を分離して、分離された水を燃料ガス供給部に供給し、一方、所定の第2の運転状態においては、不凍性冷却材からの水の分離を停止するとともに、FC生成水を燃料ガス供給部に供給するようにすればよい。

【0053】C4. 変形例4：上記実施例では、水素リッチガスHRGを加湿器40で加湿する構成例を示したが、加湿器40無しの構成も可能である。この場合、水

タンク90からの水WRの供給は、改質器30のみとなる。加湿器40を省略できる理由は、改質器30で生成される水素リッチガスHRGには水分がもともと含まれているからである。すなわち、改質器30で生成される水素リッチガスHRGに新たに水分を添加すること無く燃料電池に燃料ガスとして供給する燃料電池システムの構成が可能である。

【0054】一方では、燃料電池に供給される空気ARを加湿するシステムも提案されている。上記実施例では、水素リッチガスHRGの供給路（すなわち燃料ガスFGの供給路）に加湿器40を設けていたが、これに加えて、燃料電池用の空気ARの供給路にも加湿器を設けるようにしてもよい。この場合には、水供給部130は、不凍性冷却材CLから分離された水やFC生成水を、空気ARの供給部（酸化ガス供給部）にも供給することになる。なお、燃料ガスFGの供給路には加湿器を設けずに、空気ARの供給路にのみ加湿器を設けるようにしてもよい。また、燃料ガスFGの供給路と、空気ARの供給路のいずれにも加湿器が設けられていない構成としてもよい。

【0055】上述の説明から理解できるように、本発明の水供給部は、燃料電池に反応ガスを供給するための反応ガス供給部に、不凍性冷却材CLから分離された水やFC生成水を供給するように構成されていればよい。ここで、「反応ガス」とは、燃料電池内の電気化学反応に利用されるガスを意味しており、水素を含む燃料ガスと酸素を含む酸化ガスとを含んでいる。また、「反応ガス供給部」は、水素を含む燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、酸素を含む酸化ガスを供給する酸化ガス供給部とを含んでいる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての燃料電池システム100の構成を示すブロック図。

【図2】第1実施例の燃料電池システム100の始動期間における水の供給状態を示す説明図。

【図3】第1実施例の燃料電池システム100の通常の運転時における水の供給状態を示す説明図。

【図4】本発明の第2実施例としての燃料電池システム100aの構成を示すブロック図。

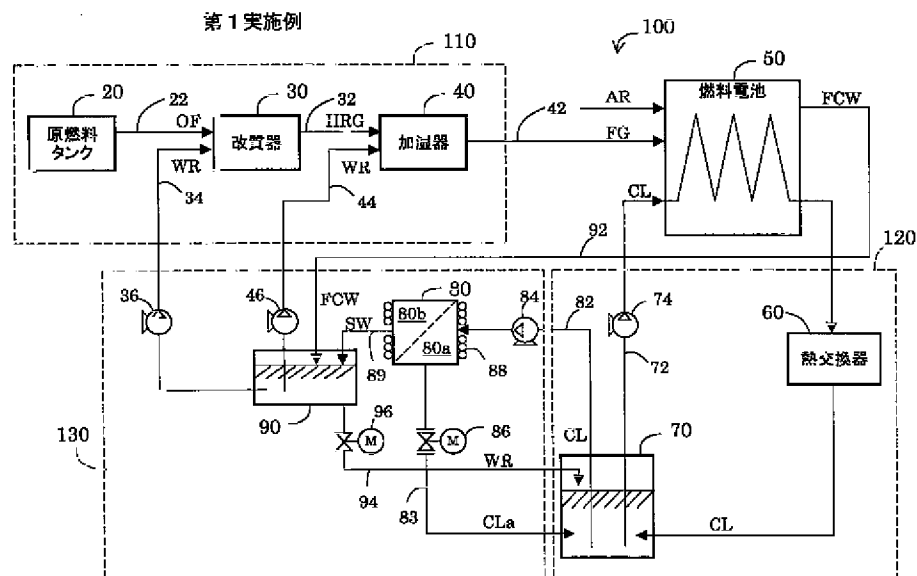
【符号の説明】

20…原燃料タンク
30…改質器
34…配管
36…ポンプ
40…加湿器
44…配管
46…ポンプ
50…燃料電池
60…熱交換器
70…冷却材タンク

72…循環路
 74…ポンプ
 76…濃度センサ
 77…温度センサ
 78…警報パネル
 80…水分離部
 80a…原水側
 80b…分離水側
 82…入口側配管
 83…出口側配管
 84…ポンプ
 85…流量計
 86…電動調整弁
 87…流量計
 88…ヒータ
 89…配管
 90…水タンク

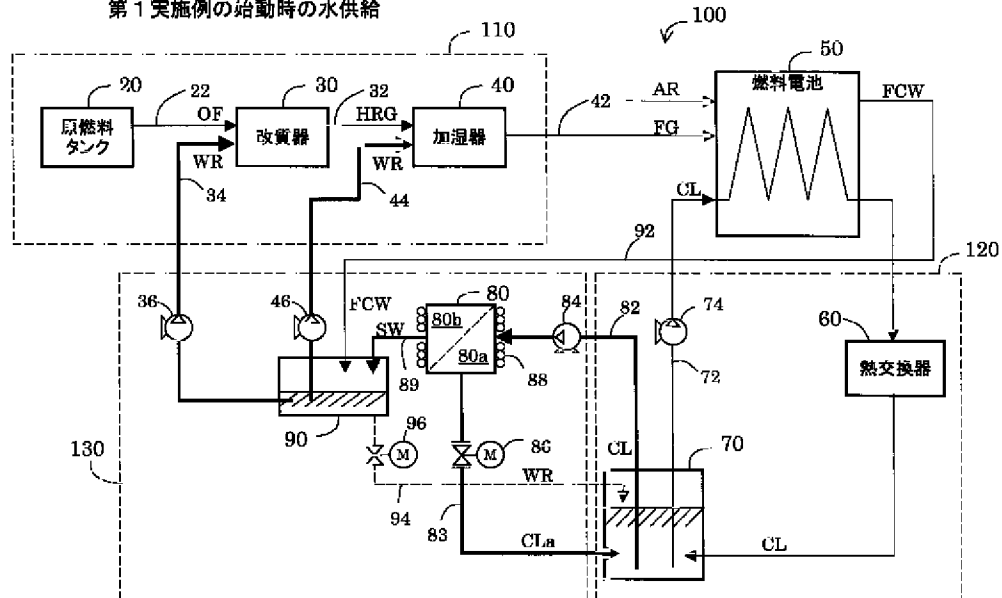
92…配管
 93…流量計
 94…配管
 96…電動開閉弁
 100, 100a…燃料電池システム
 110…燃料ガス供給部
 120…冷却部（冷却系）
 130…水供給部
 AR…空気
 CL…不凍性冷却材
 FCW…FC生成水
 FG…燃料ガス
 HRG…水素リッチガス
 OF…原燃料
 SW…分離水
 WR…水

【図1】



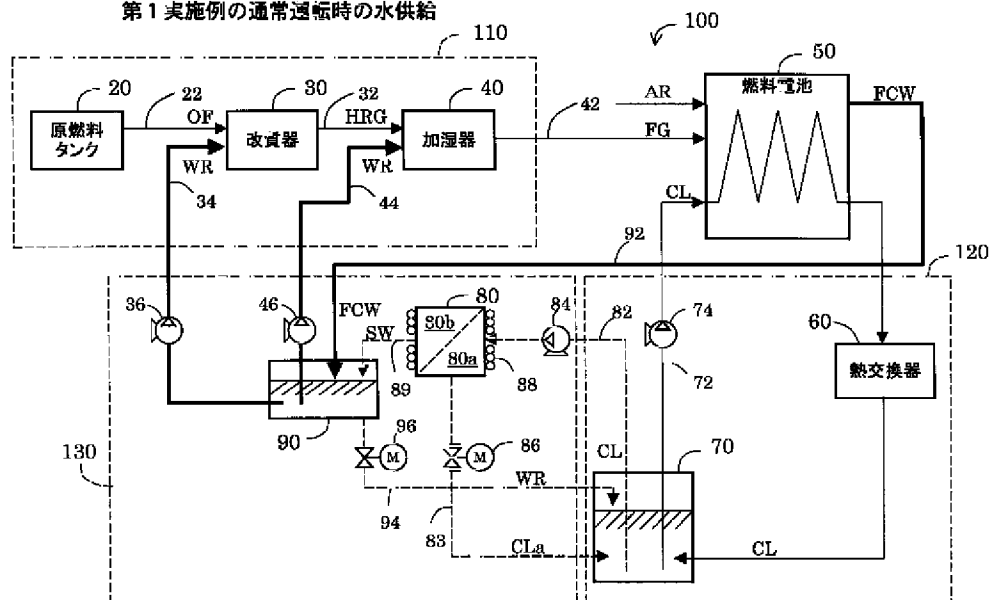
【图2】

第 1 実施例の始動時の水供給

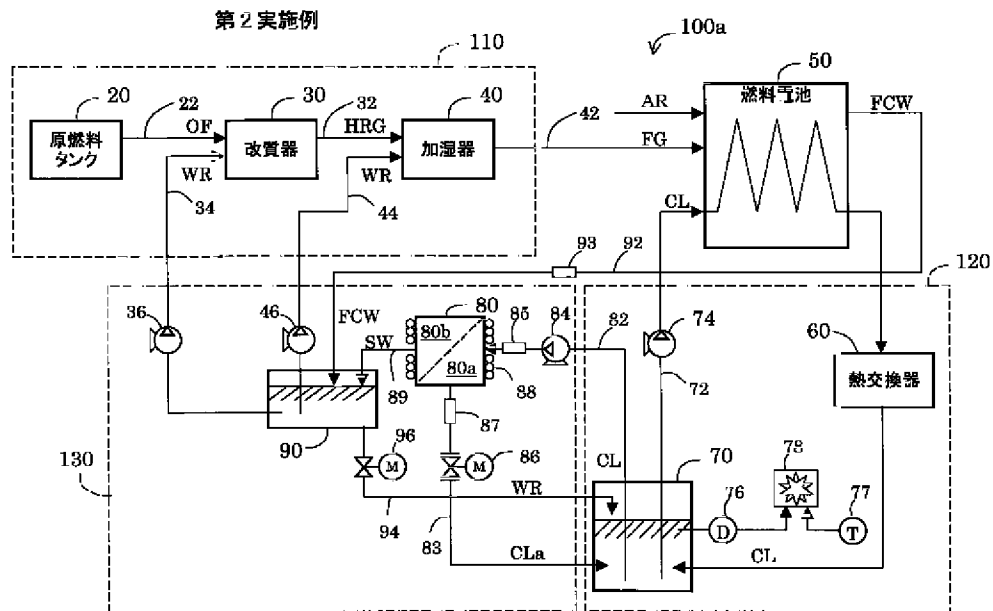


【图3】

第1実施例の通常運転時の水供給



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 博道
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 中田 俊秀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA05 BA06 KK08 KK31
KK48 MM12